

# Material Handling Systems and Electric Drives





# Content

- 04 The future of logistics**
- 08 ZF the system supplier**  
ZF technology for all lift truck classes, GSE and harbour equipment
- 10 ZF Best Choice – best in class solution for your business**  
Electric driveline solutions  
IC driveline solutions
- 38 Smart logistics – intelligent system solutions for tomorrow's material handling**  
Safety / Connectivity
- 50 ZF worldwide**  
See. Think. Act.

# The future of logistics



Eine smarte Logistik ist die Grundlage für wirtschaftlichen Erfolg. Mit vernetzten und automatisierten Prozessen lassen sich Ausfallzeiten und Kosten signifikant reduzieren und gleichzeitig die Zuverlässigkeit gegenüber den Endkunden steigern. ZF bietet intelligente mechanische Systeme für IC-Stapler, Elektrostapler und Lagertechnik.

Smart logistics are the basis for economical success. Connected and automated processes reduce downtime and costs significantly and increase reliability towards the customers. ZF offers intelligent mechanical systems for IC forklifts, electric forklifts and warehouse technology.

## ZF – intelligent system solutions



### Efficiency

Best in class solution  
for your business



### Smart Logistics

Intelligent vehicle  
interconnection



### Safety

Radar technology for  
environment detection

## ZF – intelligent system solutions

Kostenreduzierung durch Systemlösungen, dynamische Sicherheitsfunktionen, geringerer Energieverbrauch und Steigerung der Produktivität durch reibungslosen Materialfluss zählen zu den Key-Faktoren für Anwendungen im Material Handling. ZF bietet fortschrittliche Antriebslösungen für Diesel- und Elektrostapler (ITA-Klassen 1-5) und gehört in diesem Bereich weltweit zu den Technologie- und Innovationsführern. Die hohe Kompetenz in der Getriebe-, Achsen- und Softwareentwicklung bietet mehr als die Summe der Einzelvorteile. Das Ergebnis sind signifikante Verbrauchseinsparungen und Effizienzsteigerungen.

Cost reduction thanks to system solutions, dynamic safety functions, lower energy consumption and productivity increase by smooth material flow are the key factors for applications in material handling. ZF offers advanced driving solutions for Diesel and electric forklifts (ITA classes 1-5) and in this field is a true innovation leader. The high competency in transmission, axle and software development offers more than the sum of its individual advantages. This leads to significant fuel savings and efficiency increases.

## ZF the system supplier

for all electric lift truck classes



ITA class 1  
1–5 t



ITA class 2  
1–4 t



ITA class 3  
1–4 t

## ZF the system supplier

for all internal combustion applications, ground support and harbor equipment



ITA class 4/5 and reach stackers  
2–60 t lifting capacity  
up to 330 kW engine power



Ground support equipment  
up to 330 kW engine power

Jede Applikation hat spezifische Anforderungen, die einer technischen Lösung bedürfen. Hierzu bietet ZF ein breites Produktsortiment: Unter anderem Systemlösungen für Elektrogegengewichtsstapler, elektrische Fahrersitz-/standgeräte oder Geh-, Nieder- und Hochhubwagen für die Lagertechnik der ITA-Klassen 1-3.

Each application has specific requirements calling for a technical solution. Therefore, ZF offers a large product range: On the one hand, system solutions for electric counter-balance lift trucks, electric seated or standing-driver equipment or push-type, low and high-lift trucks for warehouse applications in ITA classes 1-3.

Lösungen für alle Arten von Materialförderfahrzeugen mit Verbrennungsmotor vervollständigen das Produktpotfolio. Zu nennen sind hier Stapler der ITA Klassen 4-5, Reachstacker oder Flugzeugschlepper, die im Freien hohe Lasten über eine weite Strecke transportieren müssen. Egal ob diesel- oder elektrisch angetrieben: Die Technologie kommt von ZF.

Solutions for all types of material handling vehicles complete the product portfolio. This includes container stackers in ITA classes 4-5, reach stackers or aircraft tractors which have to transport heavy loads over a long distance outdoors. No matter whether diesel or electrically driven: The technology comes from ZF.

# ZF Best Choice – best in class solution for your business



## Electric driveline solutions

### Systemlösungen

Sowohl Front- und Heckantriebe für Elektro-Gegengewichtstapler als auch Komplettsysteme für jede Art der Lagertechnik wie Schubmasttapler, Elektroschlepper, Reinigungsfahrzeuge, fahrerlose Transportsysteme und andere Sonderanwendungen werden von ZF mit verschiedenen Alternativlösungen (z. B. Stirnrad-, Kegelstirnrad- oder Planetengetriebe) kundenindividuell entwickelt und produziert. ZF liefert Systemlösungen für verschiedenste Anwendungen und Märkte.

### System solutions

Front and rear drives for electric counterbalance lift trucks and ready-to-install complete systems for any kind of warehouse handling equipment such as reach trucks, electric tractors, cleaning vehicles, automatically guided transport systems, or other special applications are developed and produced by ZF with various alternative solutions (e.g. spur gear, helical bevel gear or planetary transmission) to suit individual customer requirements. ZF supplies system solutions for various applications and markets.

optimal gegen  
Umwelteinflüsse geschützt  
optimally protected against  
environmental influences

**hoher Wirkungsgrad  
und Zuverlässigkeit**  
high efficiency and  
reliability

optional integriertes  
Bremssystem  
optional integrated  
brake system

**mehr als 20 Jahre  
Erfahrung in der Produktion  
(80.000 Stück/Jahr)**  
over 20 years of  
experience in production  
(80,000 pieces/a)

**geringer Geräuschpegel  
und Wartungsaufwand**  
low noise level and  
maintenance effort

## eTRAC GP27 / GP35

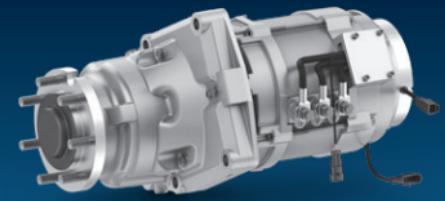
2-Motoren Frontantrieb für 3- und 4- Rad Gegengewichtsstapler bis 3,5 t Hublast  
Dual-motor front wheel drive for 3- and 4-wheel trucks up to 3.5 t lifting capacity

GP27 für Anwendungen mit  
bis zu 2,5 t Hublast und 21 Zoll  
Bereifung.

GP27 for trucks with up to  
2.5 t lifting capacity and tires  
up to 21 inches.

GP35 mit Schrägverzahnung für  
best-in-class Performance und  
geringem Geräuschpegel.  
GP35 with helical gearing for best-  
in-class performance and low noise  
level.

ITA  
class 1



# ZF drive systems

geringer Geräuschpegel  
low noise level

**Energieeinsparung**  
**> 10 % (Power on Demand)**  
energy saving  
> 10 % (power on demand)

**functional safety:**  
Performance Level D

optimal gegen  
**Umwelteinflüsse geschützt**  
optimally protected against  
environmental influences

## steer by wire

## eSTEER EPS3 / EPS4

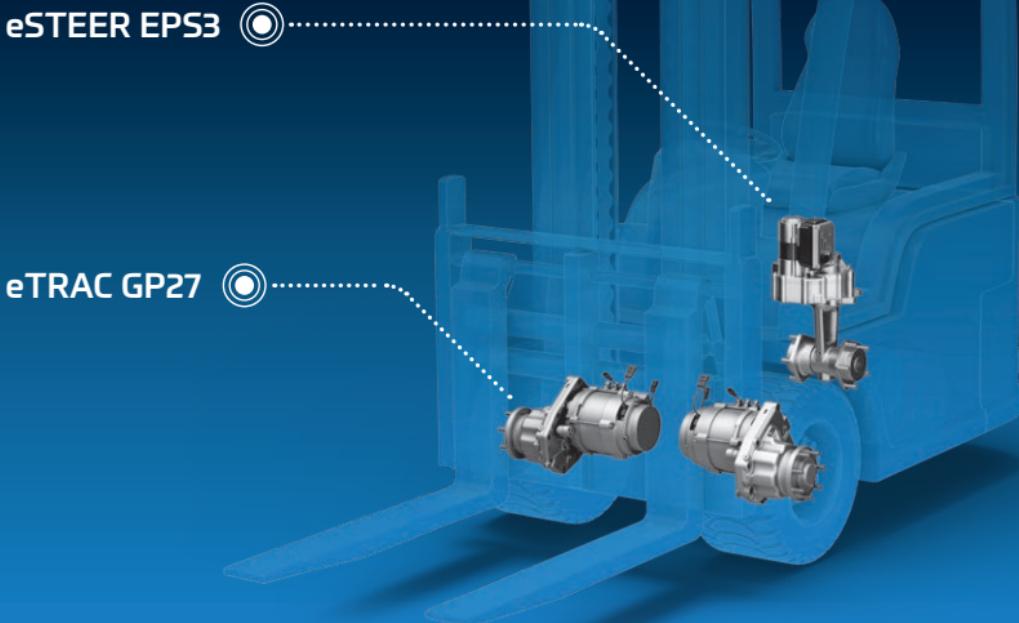
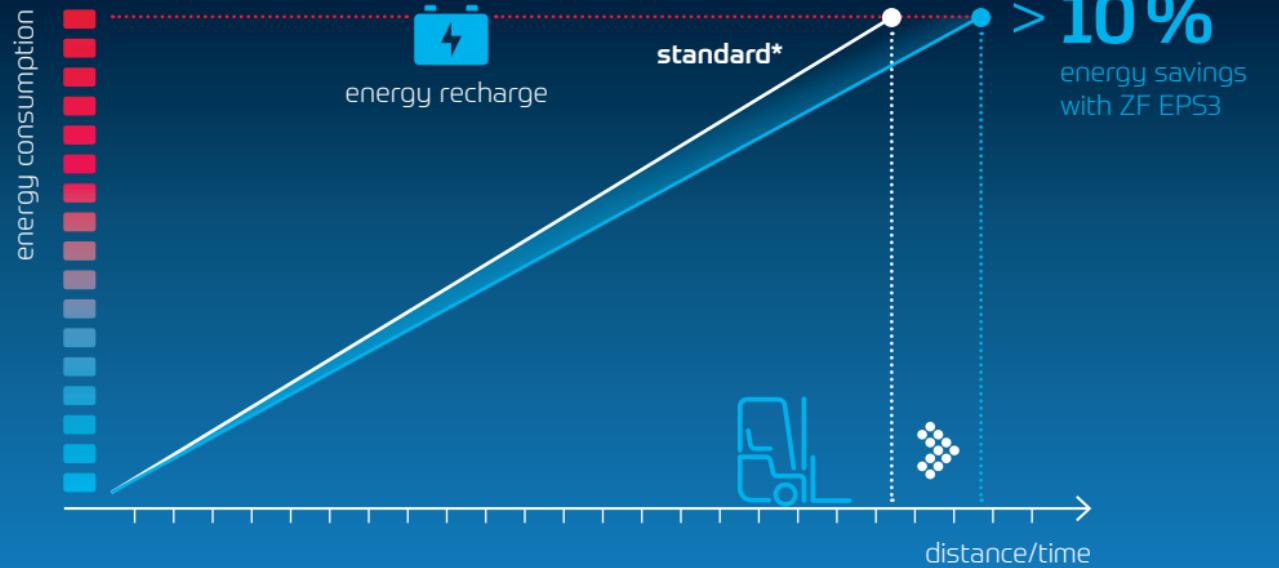
Elektromechanische Lenkung für front-getriebene 3-Rad Gegengewichtsstapler bis zu 2 Tonnen Hublast  
Electro-mechanical steering system for front wheel driven 3-wheel counterbalance lift trucks up to 2 t lifting capacity



Innovation

# ZF drive systems

## eSTEER EPS3



# ZF drive systems

hohe Leistungsdichte dank flüssiggekühltem  
Fahrmotor und Leistungselektronik  
high power density thanks to liquid cooled  
traction motor and power electronics

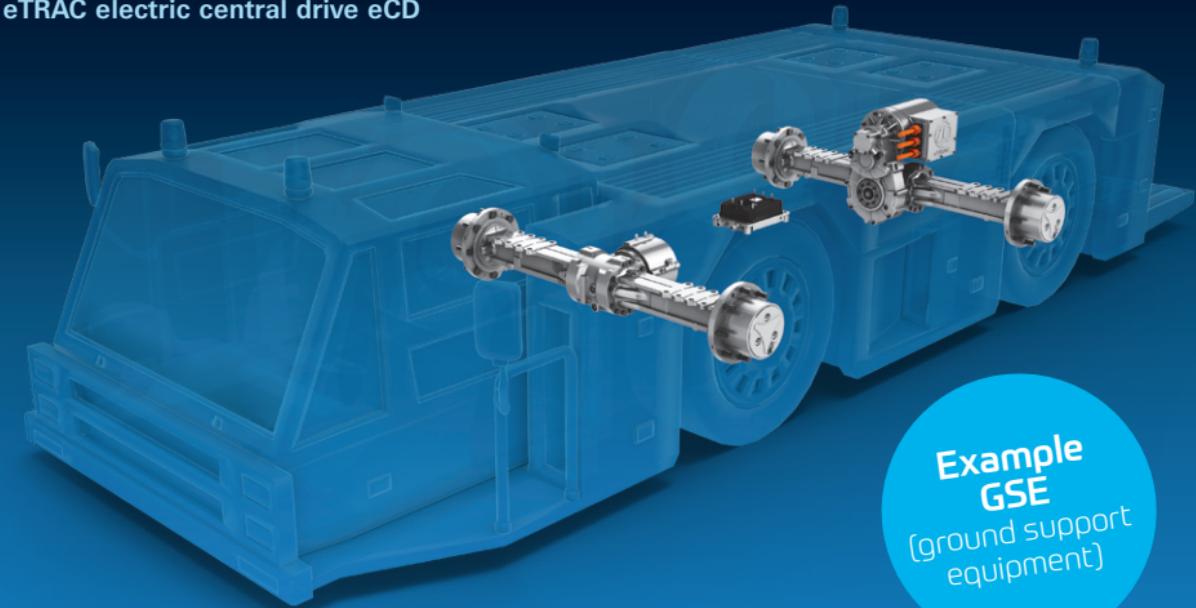
**Modulbauweise**  
modular design



Rückgriff auf bewährte  
konventionelle  
Antriebstechnologie  
application of proven  
conventional  
drive technology

## Electric central drive – eCD

eTRAC elektrischer Zentralantrieb eCD  
eTRAC electric central drive eCD



Example  
**GSE**  
(ground support  
equipment)

## ZF drive systems

**Verwendung bewährter Komponenten  
vom Stadtbus-Getriebe EcoLife**  
application of proven components from  
ZF-EcoLife city bus transmission

**kombinierbar mit  
gängigen Antriebsachsen  
und Übersetzungen**  
can be combined with  
common drive axles  
and ratios

**Motor-Getriebe Einheit  
mit abgestimmtem  
Wechselrichter/Elektronik**  
engine-transmission unit  
with compatible inverter  
and electronics

**hohe Leistungsdichte dank flüssiggekühltem  
Fahrmotor und Leistungselektronik**  
high power density thanks to liquid cooled  
traction motor and power electronics

## Electric central drive – eTRAC CeTrax

**Elektrischer Zentralantrieb mit einstufiger Getriebeübersetzung**  
Electric central drive with single-stage gear ratio

Für Material Handling Anwendungen  
mit konventioneller Anordnung des  
Antriebstrangs bietet ZF den elek-  
trischen Zentralantrieb eTRAC mit  
erhöhter Leistung und integrierter  
Gertiebestufe.  
Especially for conventional driveline  
arrangements, ZF offers its eTRAC  
electric central drive with increased  
power and integrated gear range.



## ZF drive systems

**kompakte Bauweise mit integriertem Bremsystem**  
compact design with integrated braking system

**Rückgriff auf bewährte konventionelle Antriebstechnologie**  
application of proven conventional drive technology

**Motor-Getriebe Einheit mit abgestimmtem Wechselrichter/Elektronik**  
engine-transmission unit with compatible inverter and electronics

**hohe Leistungsdichte dank flüssiggekühltem Fahrmotor und Leistungselektronik**  
high power density thanks to liquid cooled traction motor and power electronics

## Electric single wheel drive – eTRAC GPE50

**Elektrischer Einzelradantrieb mit hoch übersetzender Getriebestufe**  
Electric single wheel drive with high gear ratio



## eTRAC eTRAC AS18 / AS25 / AS35 e-Axle

### Einmotorenachse

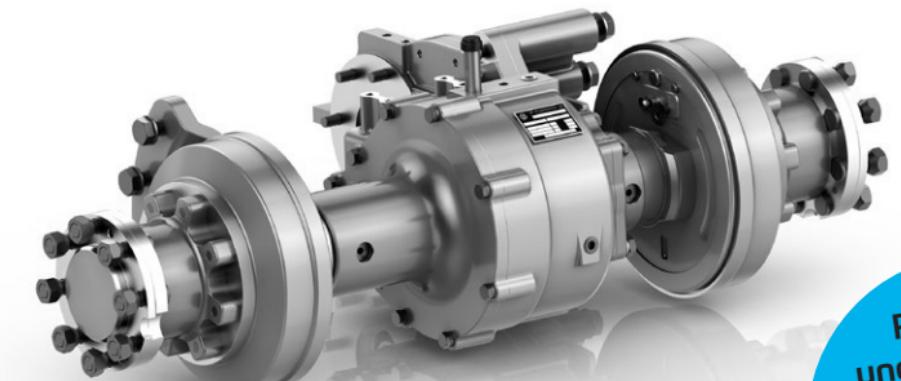
Einmotoren Frontantriebsachse für 4-Radstapler bis 3,5t Hublast. Universelle Anwendungsmöglichkeiten in Schlepper und Zugfahrzeugen.

### Single motor axle

Single motor axle for 4-wheel trucks up to 3.5 t lifting capacity. Further application in tractors and towing vehicles.

	AS18	AS25	AS35	
Gearbox	<b>Max. output torque</b>	2,390 Nm	4,100 Nm	4,950 Nm
	<b>Max. wheel size</b>	6.00-9-10PR	23X9-10-16PR	28X9-15
	<b>Max. wheel load</b>	2,186 kg	2,975 kg	4,072 kg
Traction motor	<b>Motor technology</b>	AC motor	AC motor	AC motor
	<b>Motor power, S2-60</b>	8.2 kW	11.5 kW	16.6 kW

## eTRAC AS-series



Robuste  
und bewährte  
Technologie  
robust  
and proven  
technology

# ZF drive systems

## eTRAC GK10 / GK10LD / GK10LD with electric steering

### Antriebsbaukästen für handgeführte und fahrerlose Fahrzeuge

#### Technische Information

- ZF patentierte Hypoidverzahnung liefert dem Kunden ein Optimum aus Leistung (Drehmomentkapazität) und Lebensdauer auf kleinstem Bauraum
- Geringes Reaktionsmoment für handgeführte Geräte durch optimierten Achsversatz und größeres Rad
- Geringer Wartungsaufwand durch langlebige Getriebekomponenten
- Geringer Geräuschpegel

### Modular driveline system for hand-held and driverless trucks

#### Technical information

- Patented ZF hypoid toothing provides the customer with optimum performance (torque capacity) and service life in a minimal installation space
- Low reaction torque for hand-held equipment due to optimized axle offset and larger wheel
- Minimum maintenance required thanks to durable transmission components
- Low noise level

# eTRAC GK10 series

ZF eTRAC	GK10	GK10LD/ GK10LD with electric steering
Max. wheel load [t]	1 100	1 100
Max. wheel torque [Nm]	500	500
Max. wheel dimension [mm]	230x70	250x100



ITA  
class 3

# ZF drive systems

## eTRAC GK25 / GK30 / GK40

### Antriebsbaukästen für elektrisch gesteuerte Fahrzeuge

#### Technische Information

- ZF patentierte Hypoidverzahnung liefert dem Kunden ein Optimum aus Leistung (Drehmomentkapazität) und Lebensdauer auf kleinstem Bauraum
- Geringer Wartungsaufwand durch langlebige Getriebekomponenten
- Geringer Geräuschpegel

### Modular driveline system for electrically controlled trucks

#### Technical information

- Patented ZF hypoid toothing provides the customer with optimum performance (torque capacity) and service life in a minimal installation space
- Minimum maintenance required thanks to durable transmission components
- Low noise level

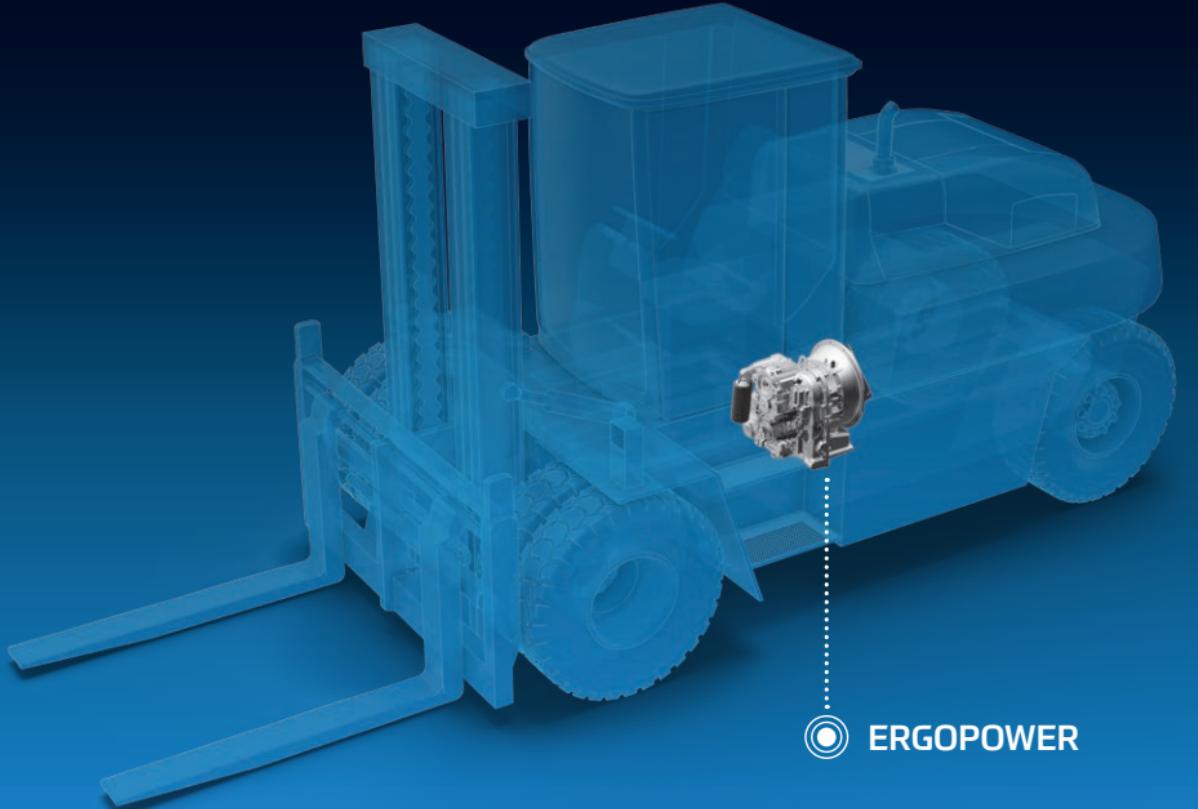
# eTRAC GK series

ZF eTRAC	GK25	GK35	GK40
Max. wheel load [t]	2 600	3 400	4 200
Max. wheel torque [Nm]	1 400	1 700	2 600
Max. wheel dimension [mm]	343x140	400x160	406x178



ITA  
class 2

## Allrounders



## IC driveline solutions

### Diesel- und Gasstapler

Stapler mit Verbrennungsmotor sind wahre „Alleskönner“. Sie müssen, etwa im Outdoor-Einsatz, tonnenschwere Lasten rasch über längere Strecken transportieren, gleichzeitig aber auch in der Lage sein, durch eine exakte Ladetechnik ihre Ladung auf engstem Raum präzise zu rangieren. Diese Funktionsvielfalt stellt höchste Anforderungen an den Antriebsstrang, insbesondere an das Getriebe. Es muss für starke Motoren mit hohem Eingangsdrehmoment ausgelegt sein, Schaltvorgänge müssen unter Volllast ohne Zugkraftunterbrechung und „Ruckeln“ erfolgen. Zusätzlich muss das Getriebe platzsparend und einfach zu montieren sein. ZF bietet eine komplette Baureihe von Getrieben, die speziell für die Anforderungen von verschiedenen Staplerarten und anderen Materialtransportfahrzeugen mit Verbrennungsmotoren konzipiert wurden.

### Diesel Lift Trucks

Material handling vehicles with combustion engine are real “all-rounders”. In outdoor application, for example, they must be able to quickly transport extremely heavy loads over long distances, but they must also be able to precisely maneuver their load and set it down in the tightest of spaces. These widely varying functions make the highest demands on the driveline, in particular on the transmission. It must be designed for strong engines with a high input torque and gear shifts must take place under full load, without interrupting the tractive effort and without jerking. In addition, the transmission has to be space-saving and easy to install. ZF offers a whole range of transmissions which have been specially designed for the requirements of lift trucks and other materials transport vehicles with combustion engines.

## ZF drive systems

Lastschaltgetriebe für Diesel-/Gas-Stapler  
Powershift transmission for diesel and gas lift trucks



**ERGOPOWER 3WG94 S (short drop)**

Transmission	1WG40	3WG94
Engine power [kW] up to	50	90
Gross vehicle weight [t] up to	9	23
Lifting capacity [t] up to	3.5	10

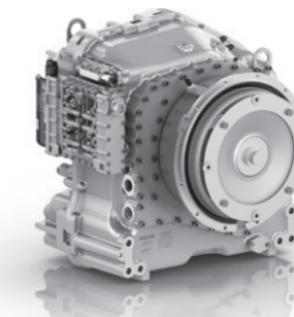


**ERGOPOWER WG171 M (short drop)**

Transmission	WG131	WG161	WG171
Engine power [kW] up to	130	160	180
Gross vehicle weight [t] up to	36	44	72
Lifting capacity [t] up to	16	22	32

## ERGOPOWER short-drop versions

Speziell für den Einsatz in Materialtransportfahrzeugen mit geringem Einbauraum entwickelt.  
Especially developed for use in material handling vehicles with limited mounting space.



**ERGOPOWER WG211 M (short drop)**

Transmission	WG191	WG211
Engine power [kW] up to	200	240
Gross vehicle weight [t] up to	80	98
Lifting capacity [t] up to	37	42



**ERGOPOWER WG310 L (long drop)**

Transmission	WG260	WG310
Engine power [kW] up to	280	330
Gross vehicle weight [t] up to	120	140
Lifting capacity [t] up to	50	60

# ZF drive systems

## ERGOPOWER 3WG94

Premium-Lösung für Stapler bis 10 Tonnen  
Hublast

### Technische Information

- Voll-/halbautomatische Schaltung
- Lastschaltbar mit Proportionalventilen
- Keine Zugkraftunterbrechung
- Elektronisches Inchen mit dem Softwarepaket ZF-Ergocontrol
- Elektronische Steuerung mit 12 V oder 24 V
- Bis zu 3 (3WG94) Gänge vor- und rückwärts

Premium solution for vehicles up to  
10 t lifting capacity

### Technical information

- Fully or semi-automatic gear shift control
- Powershift with prop valves
- No tractive effort interruption
- Electronic inching with software package ZF-Ergocontrol
- Electronic control with 12 V or 24 V
- Free-wheel torque converter as standard
- Up to 3 (3WG94) gears for forward and reverse driving

# ERGOPOWER 3WG94



bis zu  
10 t Hublast  
up to 10 t lifting  
capacity

# ZF drive systems

## cPOWER

### Stufenlosetechnologie

#### Technische Information

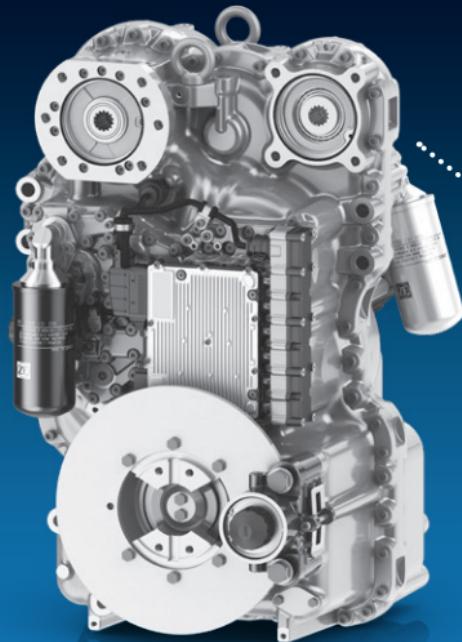
- Stufenloser Antrieb über gesamten Fahrbereich vorwärts und rückwärts
- Hydrostatisch-mechanisch leistungsverzweigt in allen Geschwindigkeitsbereichen
- Signifikante Verbrauchsvorteile und Produktivitätssteigerungen für Material Handling Fahrzeuge
- 2. PTO ist optional verfügbar

### CVT technology

#### Technical information

- Continuously variable drive over the whole forward and reverse driving range
- Hydrostatic-mechanical power splitting in all driving ranges
- Significant consumption benefits and productivity increases for lift trucks and container transport-vehicles
- 2. PTO available as option

# CVT technology – stepless into the future



bis zu / up to

**25 %**

Kraftstoffeinsparung  
less consumption

# Smart logistics



## Intelligent system solutions for tomorrow's material handling

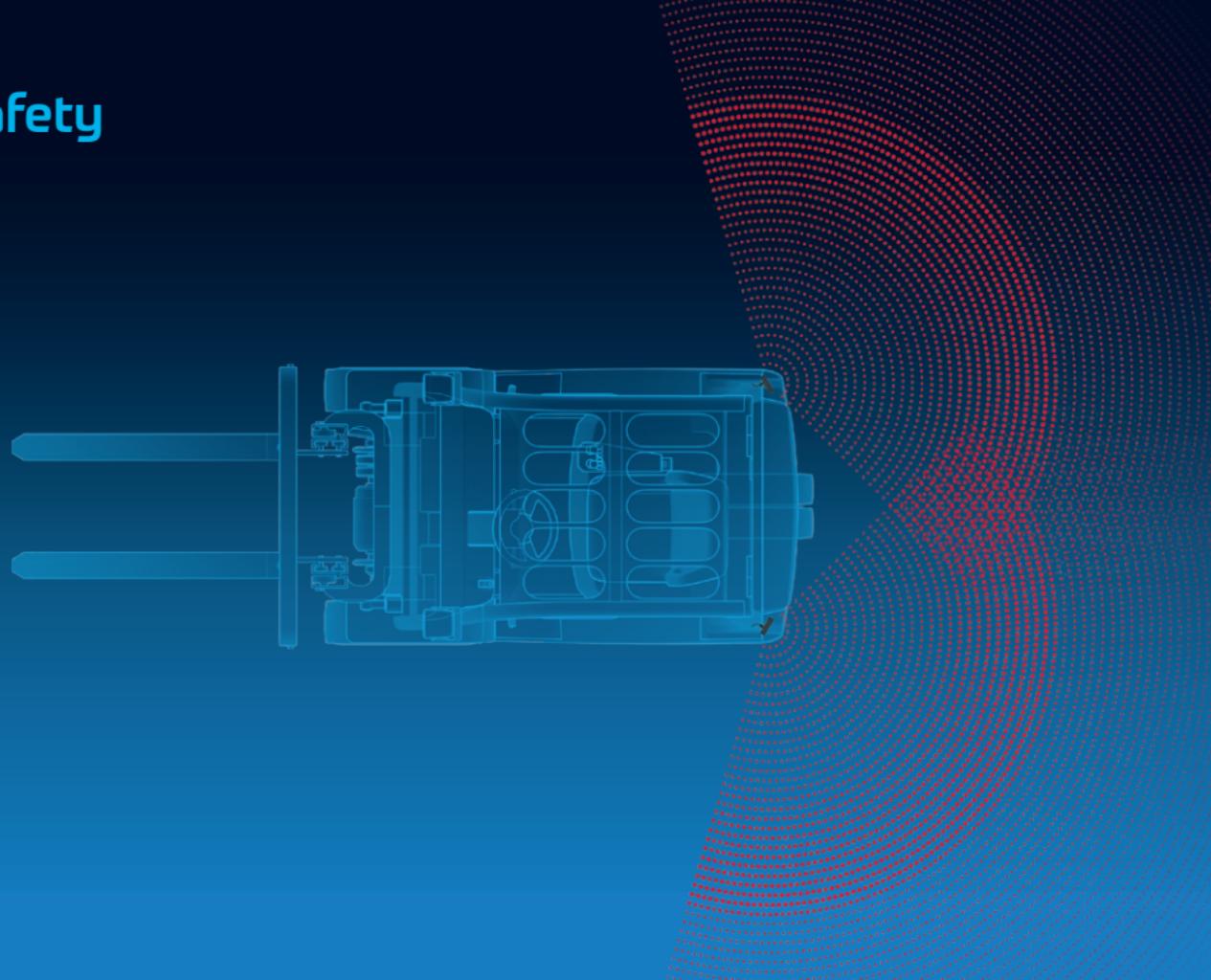
ZF weiß: die Logistik der Zukunft soll idealerweise nicht nur sicher und effizient, sondern auch klimaneutral funktionieren. Dazu entwickelt das Unternehmen zukunftsweisende Technologien bereits heute und unterstreicht einmal mehr seinen Anspruch als Technologieführer mit Systemkompetenz. Mit intelligenten Lösungen zu den Megatrends demonstriert ZF eindrücklich die Vision Fahrzeuge sehen, denken und handeln zu lassen. Das macht den Materialtransport sicherer, produktiver und kostengünstiger.

- Sicherheit
- Connectivity

ZF knows: ideally, the logistics of the future should not only operate safely and efficiently but it should also be climate neutral. To that end, the company is already developing future-oriented technologies today and demonstrates once more its aspiration as a technology leader with system capability. With intelligent solutions for the megatrends ZF impressively demonstrates the vision of enabling vehicles to see, think and act. This in turn is making material handling safer, more productive and cost-effective.

- Safety
- Connectivity

## Safety



## Radar technology

### Nahbereich Radarsensor für eine erweiterte Umfelderkennung

Die Gen5 Short-Range Corner Radarsensoren liefern die nötigen Daten für Assistenzfunktionen wie den „Observation Assist“. Das Umfeld kann in einem Bereich von bis zu 90 m in einem Raster von 20 cm und mit einem Öffnungswinkel von  $\pm 75$  Grad erkannt werden.

### Short-range radar sensor for advanced environment detection

Gen5 Short-Range Corner Radar sensors support functions such as the „Observation Assist“. Environment can be detected within a range of up to 90 meters in a grid of 20 centimeters and an opening angle of  $\pm 75$  degrees.



Short-range  
radar  
technology



## AI-capable supercomputer

Der leistungsfähigste automobiltaugliche Supercomputer ermöglicht automatisiertes Fahren bis zu Level 4/5. ZF ProAI ist ein Hochleistungs-Supercomputer für den Automotive-Einsatz mit den Funktionen und Schnittstellen, die für vollautonomes Fahren erforderlich sind. Er unterstützt ein komplettes Sensorset und GPU-gesteuerte Sensorfusion mit mehreren Kameras, Radar und LiDAR zur detaillierten Umgebungsüberwachung. Die skalierbare Systemarchitektur bietet eine hohe Rechenleistung von bis zu 600 Billionen Operationen pro Sekunde (TOPS) sowie vollständige Systemredundanz und gewährleistet so maximale Sicherheit und Zuverlässigkeit.

The most powerful automotive supercomputer enabling automated driving up to Level 4/5. The ZF ProAI is a high-performance automotive supercomputer providing the power and interfaces for fully autonomous functions. It supports a full sensor set with a GPU-driven sensor fusion of multiple cameras, radar and LiDAR for in-depth environment monitoring. The scalable system architecture offers up to 600 TOPS of ultimate processing power as well as complete system redundancy for maximum safety and reliability.



# Connectivity

## ZFLink – basic function for connectivity

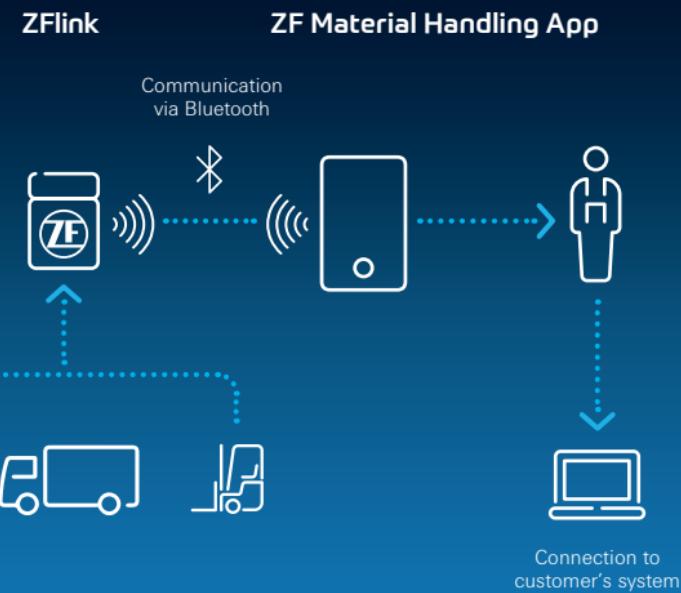
Mithilfe eines mobilen Arbeitsgerätes, z. B. Smartphone oder Tablet, können Daten aus dem Fahrzeug ausgelesen und analysiert werden.

- Technical Logbook: Fahrzeugstatus und Auslastung abrufen, Serviceintervalle planen etc.
- Goods detection: Sicherheits- und Arbeitsanweisungen
- Service: Hilfe zur Selbsthilfe, automatisierte Fehlerreporterstellung, Zugriff auf Betriebs- und Reperaturanleitung

By means of a mobile device, e.g. smartphone or tablet, vehicle data can be read out and analyzed.

- Technical logbook: retrieve vehicle status and workload, plan service intervals etc.
- Goods detection: Safety and work instructions
- Service: self-help support, automated error reports, access to operating and repair manuals

# Connectivity – ZFLink Basic



# Connectivity

## ZFlink – premium telematics solution

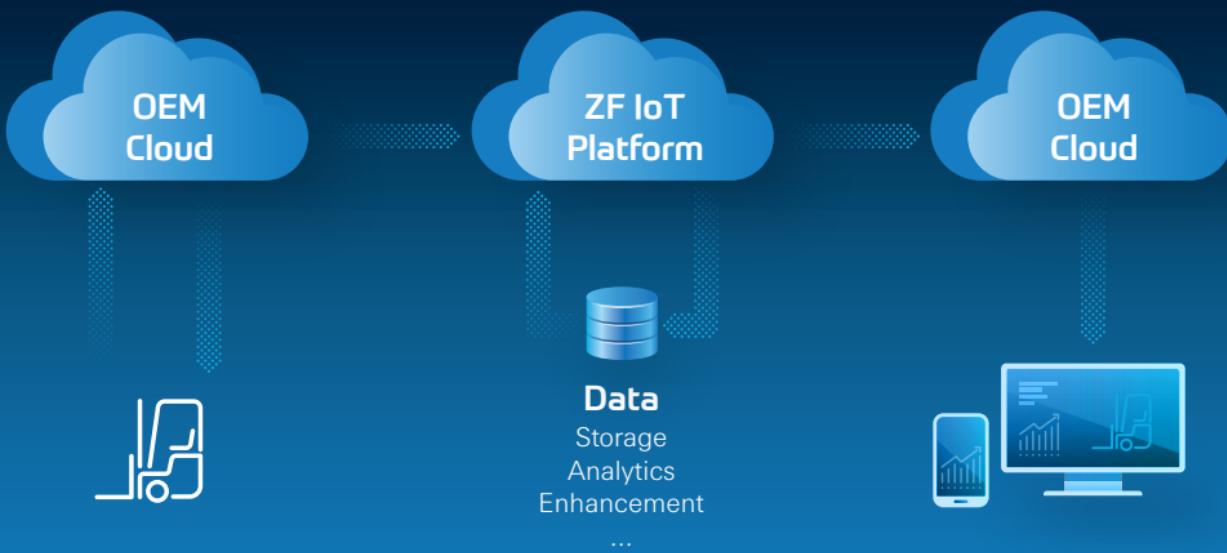
Jedes Fahrzeug sendet in regelmäßigen Abständen Driveline-Daten über die OEM-Cloud zur ZF IoT-Plattform. Mit Datenanalysen werden Trends abgeleitet und relevante Abweichungen erkannt. Diese bieten den ZF Service Spezialisten eine Entscheidungsgrundlage für notwendige weitere Maßnahmen.

- Reduzierung Downtime
- Früherkennung von Problemen bevor Schäden auftreten
- Vermeidung von Folgeschäden
- Materialflussanalyse zur Identifikation von Optimierungspotenzialen

Each vehicle sends driveline data via the OEM-Cloud to the ZF IoT-Platform at regular intervals. Through data analytics trends are extrapolated and relevant deviations detected. This gives ZF Service experts a decision-making basis for necessary further actions.

- Reduced downtime
- Early diagnosis of problems before damage can occur
- Prevention of secondary damage
- Material flow analysis to identify optimization potential

# Connectivity – ZFlink Premium



## HOW TO CONNECT YOUR ASSETS?

### deTAGtive TAGS



- Installed on assets
- Ability to communicate with each other
- Store several thousands events

## HOW TO LOCATE THE TAGS?

### TAG FINDER



- Installed onsite
- Locates all TAGs within the reach

### MOBILE APP



- Operates with TAGs within 70 m range
- Threshold settings and notification

### ONBOARD UNIT



- Installed in vehicles
- Reads all TAGs within the reach

## WHERE IS THE STORAGE OF DATA?

### CLOUD BASED PLATFORM



## HOW TO EVALUATE THE COLLECTED DATA?

### deTAGtive PORTAL



### YOUR OWN SYSTEM



# Connectivity – deTAGtive

Mit deTAGtive hat ZF OPENMATICS eine smarte Asset Tracking-Lösung für verschiedene Industrie 4.0-Anwendungen im Portfolio. Handliche, energieeffiziente und vielseitig einsetzbare Bluetooth Low Energy (BLE) TAGs sorgen dafür, dass Logistikunternehmen jederzeit den Überblick über ihre Güter haben. In drei verschiedenen Varianten verfolgen sie wahlweise den Ort und verschiedene Umweltbedingungen wie Temperatur, Feuchtigkeit, Helligkeit oder Stöße. Damit sind gerade bei empfindlichen Waren eventuelle Transportschäden frühzeitig erkennbar.

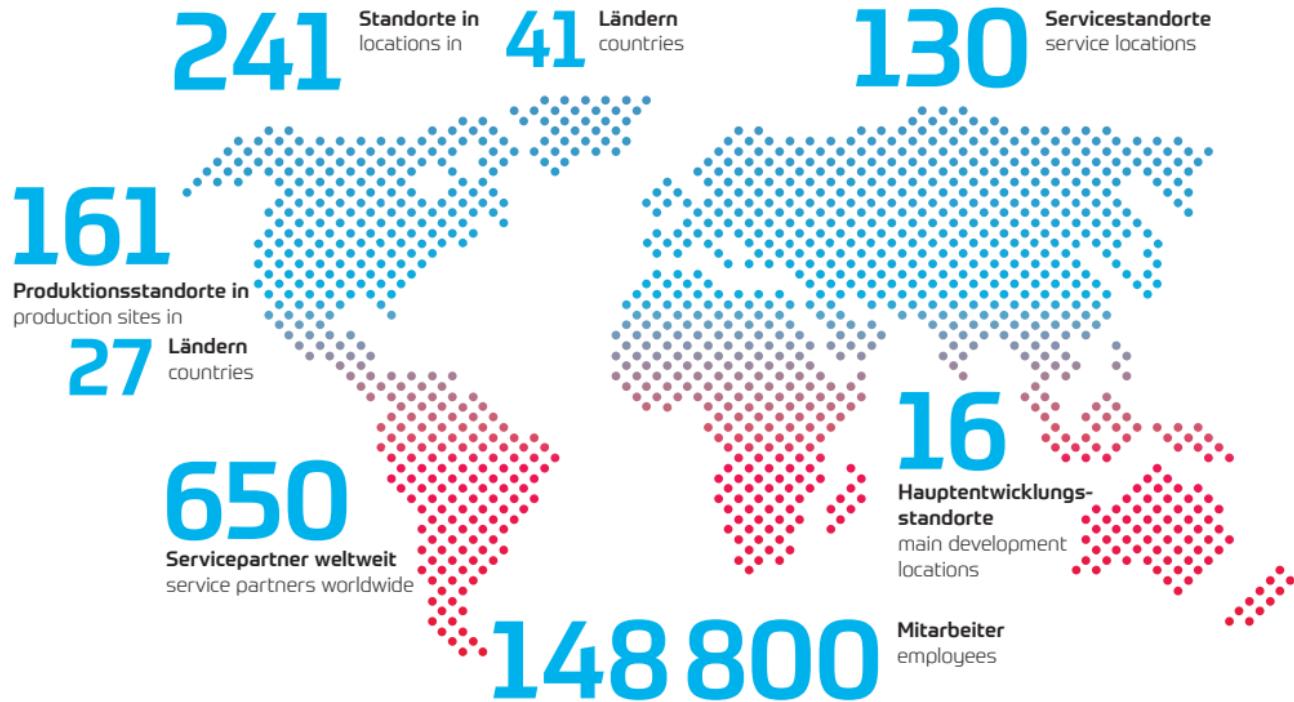
- Reichweite von bis zu 70 Metern
- Bluetooth als globale Standardtechnologie
- Keine aufwendigen Lesegeräte
- Hohe Designflexibilität und Skalierbarkeit

With deTAGtive, ZF OPENMATICS has a smart asset tracking solution for a wide variety of Industry 4.0 applications in its portfolio. Handy, energy efficient and versatile Bluetooth Low Energy (BLE) TAGs help logistics enterprises to monitor their goods. Available in three models, deTAGtive units can track location as well as environmental factors like temperature, humidity or brightness and detect shocks and impacts. This lets you identify potential damages of precious cargo early.

- Up to 70 meters range
- Global Bluetooth technology as a standard technology
- No need for costly reading devices
- Highly flexible and scalable design



## ZF worldwide



## Connected Mobility



„SEE > THINK > ACT“ für intelligente Mobilität  
“SEE > THINK > ACT“ for intelligent mobility

**ZF Group**

ZF Friedrichshafen AG

Division Industrial Technology

Business Unit Off-Highway Systems

Material Handling Systems

94030 Passau

Germany

Phone +49 851 494-0

[sales.iae@zf.com](mailto:sales.iae@zf.com)

[www.zf.com](http://www.zf.com)